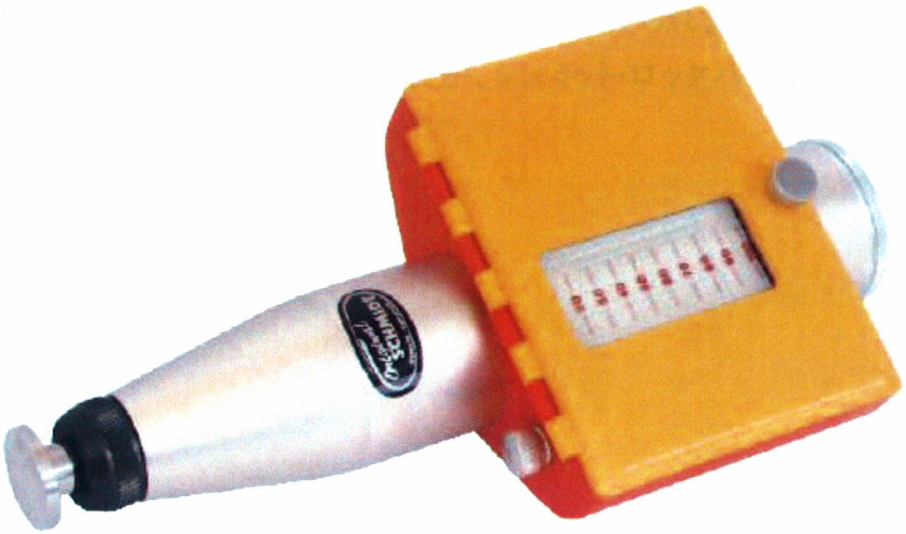
SCHMIDT
ROCK HAMMER

シュミット・ロックハンマー
取扱説明書



fts エフティーエス株式会社

はじめに

ダム、発電所、トンネルなど土木構造物の設計にあたり、基礎岩盤の変形係数および静弾性係数は不可欠な物性値です。これらの物性値は、一般に、構造物箇所の基礎岩盤部を掘削する調査坑を利用して実施される、岩盤変形試験の結果から得られます。しかし、岩盤の変形試験は多額の費用と日数を必要とするため、すべての土木構造物の基礎岩盤に適用することは、かなり困難であるのが実情です。

シュミット・ロックハンマーは、岩盤の固密性を反発度で表現するものですが、これは、岩盤の固密性を表現する点では、変形係数および静弾性係数と共通するものと考えられます。したがって、岩盤についてシュミット・ロックハンマーの反発度と変形係数および静弾性係数との対応づけを行っておけば、反発度から変形係数および静弾性係数のオーダーを推定することができ、設計に用いる物性値の迅速な把握を必要とする場合、かなり有効になるものと考えられます。

このような着想から考案された方法が、シュミット・ロックハンマーによる岩盤計測方法です。

目　次

1．シュミット･ロックハンマーの操作方法……1

(1)測定準備……1

(2)外観図……1

(3)操作手順……2

2．岩盤計測の方法……3

(1)測定場所の選定……3

(2)測定上の注意事項……3

(3)岩盤計測の実施例(ジャッキ試験法との併用)……4

3．反発度と静弾性係数、変形係数、岩盤等級との関係……5

(1)反発度と各係数値との関係……5

(2)岩盤等級と反発度との関係(補足)……9

4．テストアンビルによるシュミット･ロックハンマーの精度確認……11

5．引用および参考文献……11

1.シュミット･ロックハンマーの操作方法

シュミット･ロックハンマーKS形の取扱いは非常に簡単で、その操作に習熟を必要とせず、かつ危険もありません。しかし測定機である以上、慎重に正しく取り扱うことが必要です。測定に先立ち、本書に記載されている操作要領をよく読んで下さい。

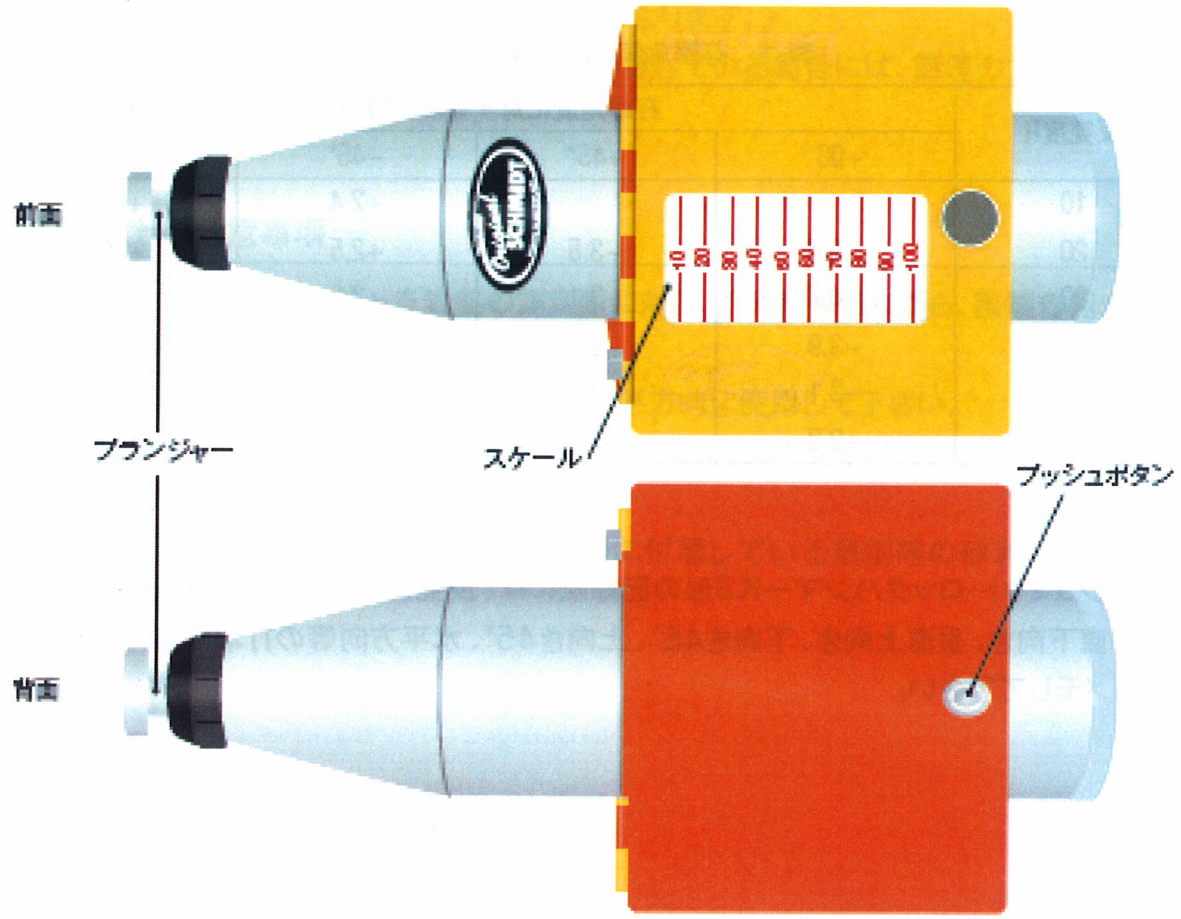
(1)測定準備

①キャリングケースの中には、本体・記録紙3巻・研磨用カーボランダムストーン1個が収納されています。

②ケースより本体を取り出して下さい。(プランジャーは引き込まれたままの状態にあります。)

プランジャーの先を固い物体にゆっくりと押しつけると、プッシュボタンが解除され、プランジャーが伸び、測定できる状態になります。

(2)外観図



(3)操作手順

①本体を持って岩盤測定面にプランジャーを当て、面に対して直角に保ちながら、ゆっくりと力を入れて押しつけると、内蔵しているハンマーの衝撃作用が起こり、同時に反発度(R)が記録紙に棒グラフとして自動的に記録されます。この操作をくり返すことにより、連続的に測定ができます。(この操作中はプッシュボタンに触れてはいけません。)

②衝撃によるハンマーの反発度は、記録紙に記録された棒グラフが示す数値から読み取ります。この反発度をP6~P8の各関係図表に照合することにより、変形係数、静弾性係数および一軸圧縮強度を判定することができます。

③シュミット・ロックハンマーは、原則として水平方向に使用するものですが、垂直上下方向および傾斜面に対しても使用することができます。この場合には、打撃角度に対する補正を行なう必要があります。ただし、傾斜面に対する測定の場合もシュミット・ロックハンマーをその面に対して直角に当てることが重要です。

(注1)ここに、参考例として、コンクリートを測定する場合の打撃角度に対する補正係数表を示します。

表-1　打撃角度に対する補正係数表

反発度R	打撃角度に対する補正値(△R)			
	+90°	+45°	−45°	−90°
10			+2.4	+3.2
20	−5.4	−3.5	+2.5	+3.4
30	−4.7	−3.1	+2.3	+3.1
40	−3.9	−2.6	+2.0	+2.7
50	−3.1	−2.1	+1.6	+2.2
60	−2.3	−1.6	+1.3	+1.7

(注2)シュミット・ロックハンマーKS形の記録紙には、反発度だけが記録されますので、垂直下向き、垂直上向き、下向き45°、上向き45°、水平方向等の打撃角度は記録紙にメモして下さい。

2.岩盤計測の方法

(1)測定場所の選定

①岩盤評価におけるシュミット･ロックハンマーの計測は、同一岩盤等級とみなせる範囲で行って下さい。

②岩盤計測では、岩盤内に存在するシーム、節理および層理等の影響により、計測値のばらつきが大きいため、測定位置、測定数および計測回数の設定に当たっては、一定の基準を設ける必要があります。

③測定する岩盤のごく一部分が浮石状となっている場合、浮石部分の測定は避けるようにして下さい。(ただし、脆弱岩盤では全体的に開口割目が発達している場合があります。このような脆弱岩盤では岩盤の表層部の浮石状態は、実際の岩盤等級を表現するものと考えられますので、測定面が浮石状態でも問題ありません。)
また、割目が開口して石積状となっている場合で、一辺の長さが40~50cm以上の岩塊については測定を避けて下さい。

④測定する岩盤が、全体的に軟質であるが、岩盤の内部に大きな硬い岩塊(一辺の長さが40~50cm)を有する場合は、岩塊面での測定を避けて下さい。(岩塊面で得られた測定値は単一岩塊の反発度を表すことになります。)

⑤測定する岩盤に、方向性を有する節理が発達している場合には、節理の方向性に対する片寄った測定を避けて下さい。

(2)測定上の注意事項

①シュミット･ロックハンマーを岩盤の測定面に対し、直角に保ちながら、衝撃作用が起きるまでゆっくりと押し続けます。

②シュミット･ロックハンマーは、原則として水平方向に使用して下さい。

③測定面が凹凸を有する場合は、測定を避けるか、または付属のカーボランダムストーンで磨いて平滑にして下さい。

④岩盤の正しい反発値を得るため、測定面に付着している掘削時の砂利、砂、ほこり等を除去して下さい。

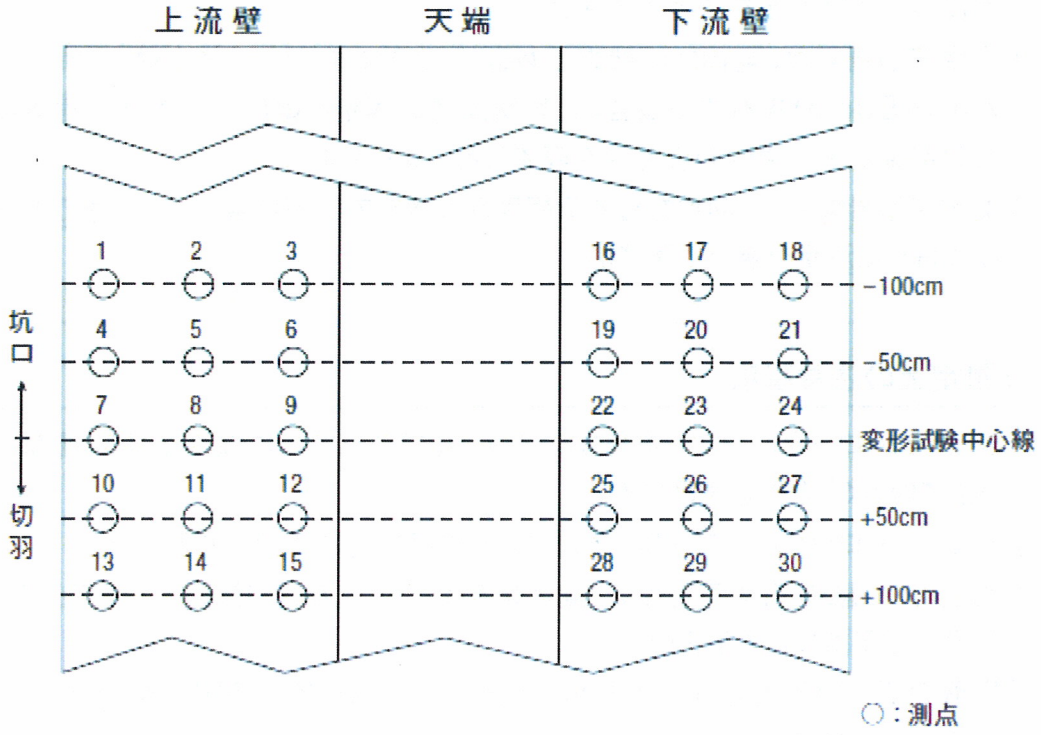
(3)岩盤計測の実施例(ジャッキ試験法との併用)

①計測の範囲は、変形試験における応力の伝播範囲(一般的に載荷板直径の3~5倍と考えられています。)を考慮して、載荷板の中心から±100cmとします。

②図-1の展開図に示した方式で計測点(30点)を設定します。

③各測点における計測では、岩盤内に存在する節理、シームなどの影響による計測値のばらつきを考慮して、1測点の計測は5回とします。(同一面上の重複する計測は原則として避けて下さい。)得られた計測値の最大値と最小値は切捨て、残りの平均値を測点の反発度として採用します。

図-1　調査坑におけるシュミット・ロックハンマーの岩盤計測基準例



3.シュミット･ロックハンマー反発度と静弾性係数、変形係数、岩盤等級との関係

(1)反発度と各係数値との関係

本取扱説明書に用いた各係数値は、主にダム基礎および発電所箇所で実施される岩盤変形試験結果に基づいています。変形係数(D)は、最大荷重約7N/mm^{2}における包括線の勾配で表しました。弾性係数は荷重7N/mm^{2}における載荷時の変形曲線の直線部分の勾配から求めた接線弾性係数Etを用いました(P6 図-2参照)。なお、最大荷重が7N/mm^{2}未満の場合には、最大載荷時の荷重で各係数を算出しました。

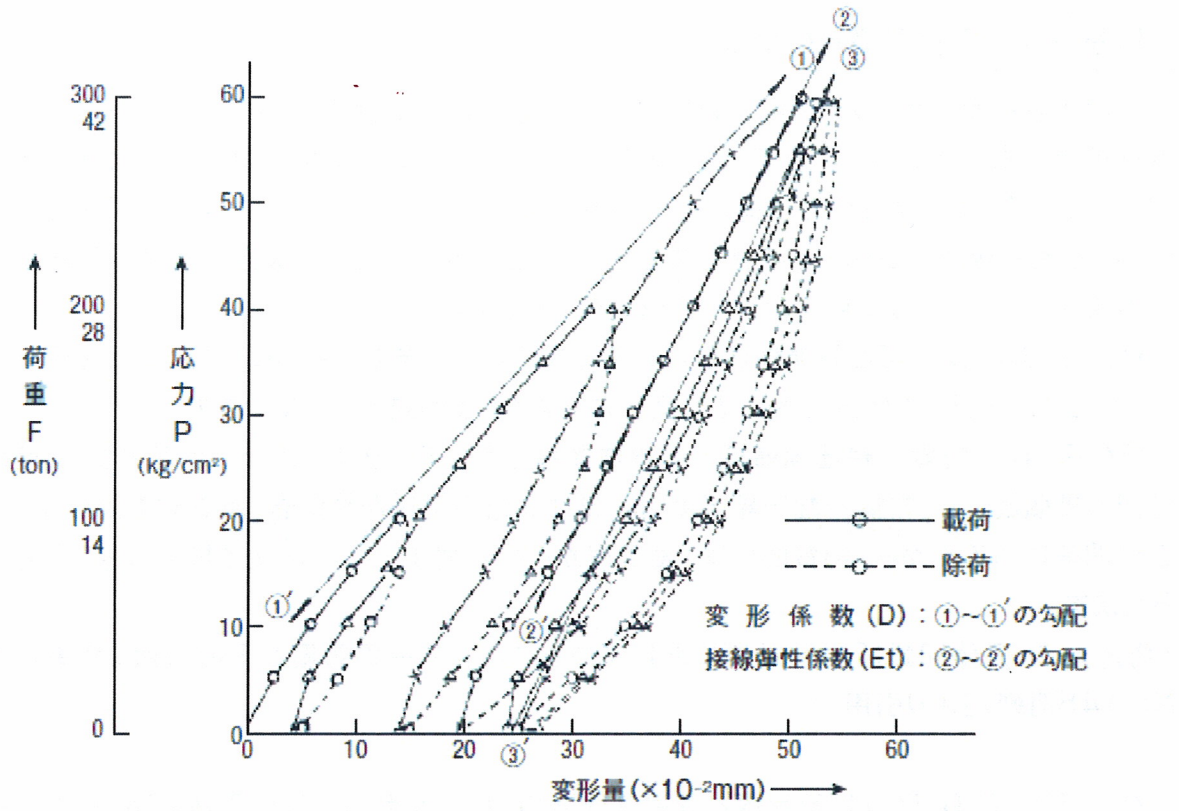
P6 図-3は、反発度と静弾性係数との関係を示しています。図-3によれば、反発度が大きくなるにしたがって静弾性係数は対数的に大きくなる傾向を示しています。

P7 図-4は、乾燥一軸圧縮強度と静弾性係数を示しています。図-4に示すように、適用範囲の拡張として、乾燥一軸圧縮強度と静弾性係数の関係が硬質岩、軟質岩を問わず、一定の関係にある事から、物質的には、硬質岩から軟質岩まで同一次元で扱えるものと考えられます。

(菊地宏吉･斉藤和雄:「岩盤計測におけるロックハンマーの考案とその適用(発電水力No.145別刷)」より引用。)

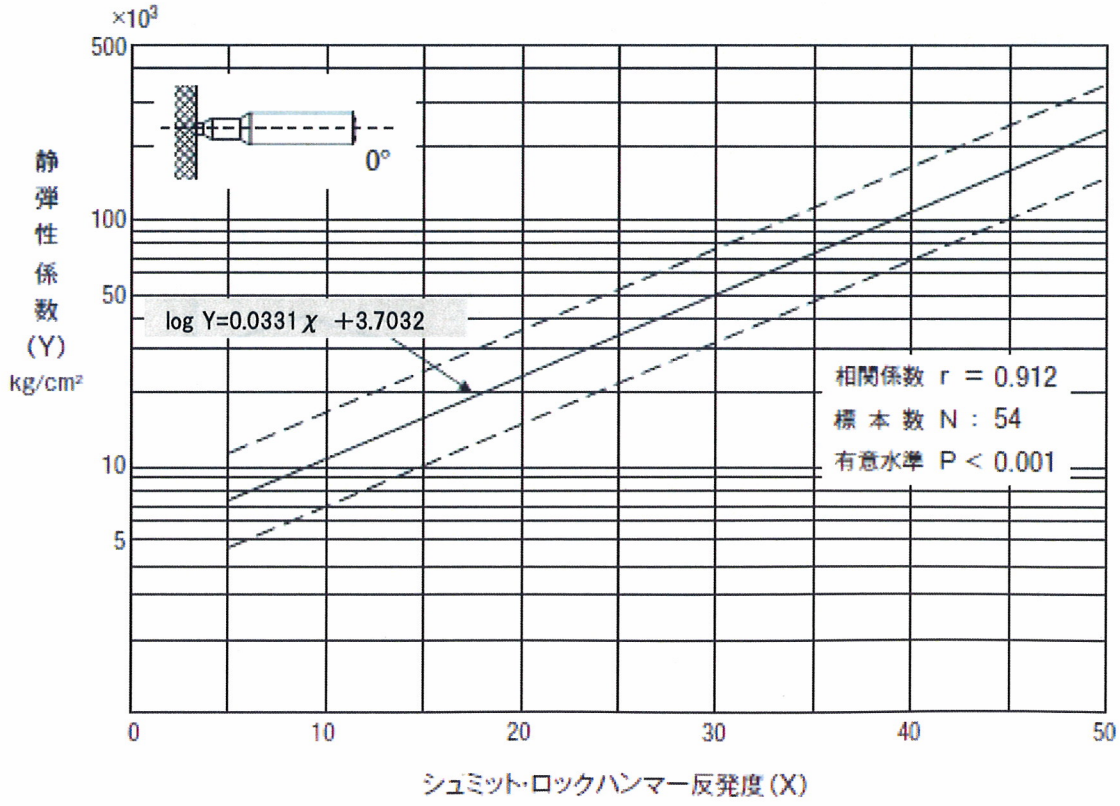
なお、P8 図-6、図-7は反発度と静弾性係数の関係、反発度と変形係数の関係、および岩盤等級と静弾性係数、変形係数との関係を総括的にまとめたものです。これらは、岩盤の物性値を背景とした岩盤等級の分級に関する参考例を示しています。

図-2　荷重･変位曲線の例



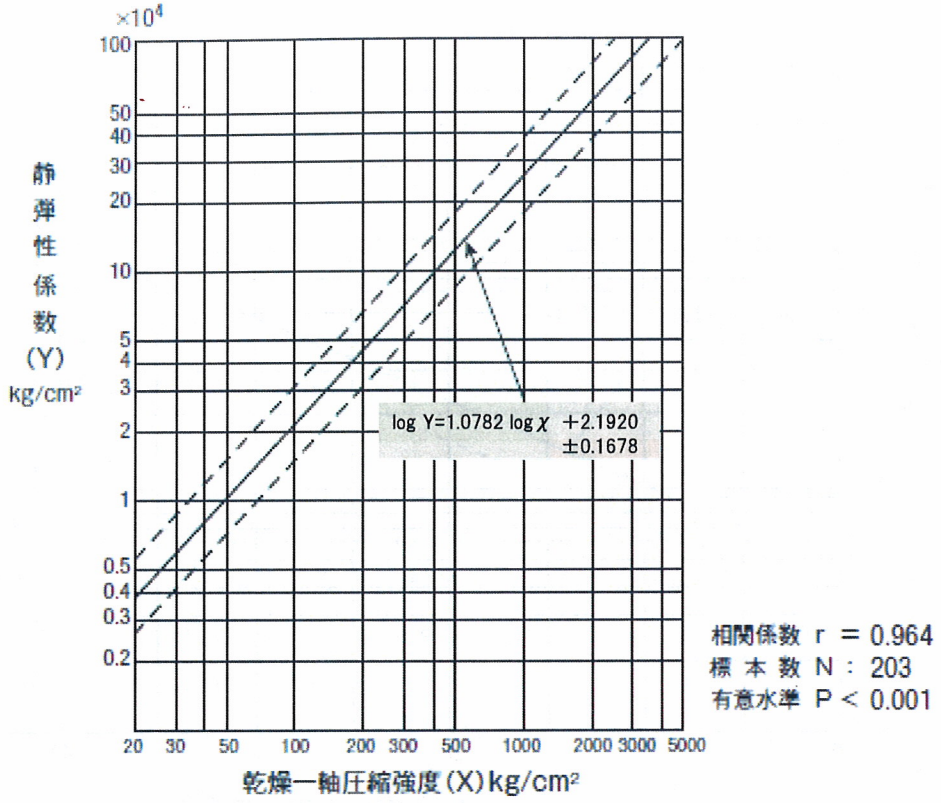
※SI単位への換算：kg/cm²×0.098=N/mm²

図-3　シュミット･ロックハンマー反発度と静弾性係数との関係



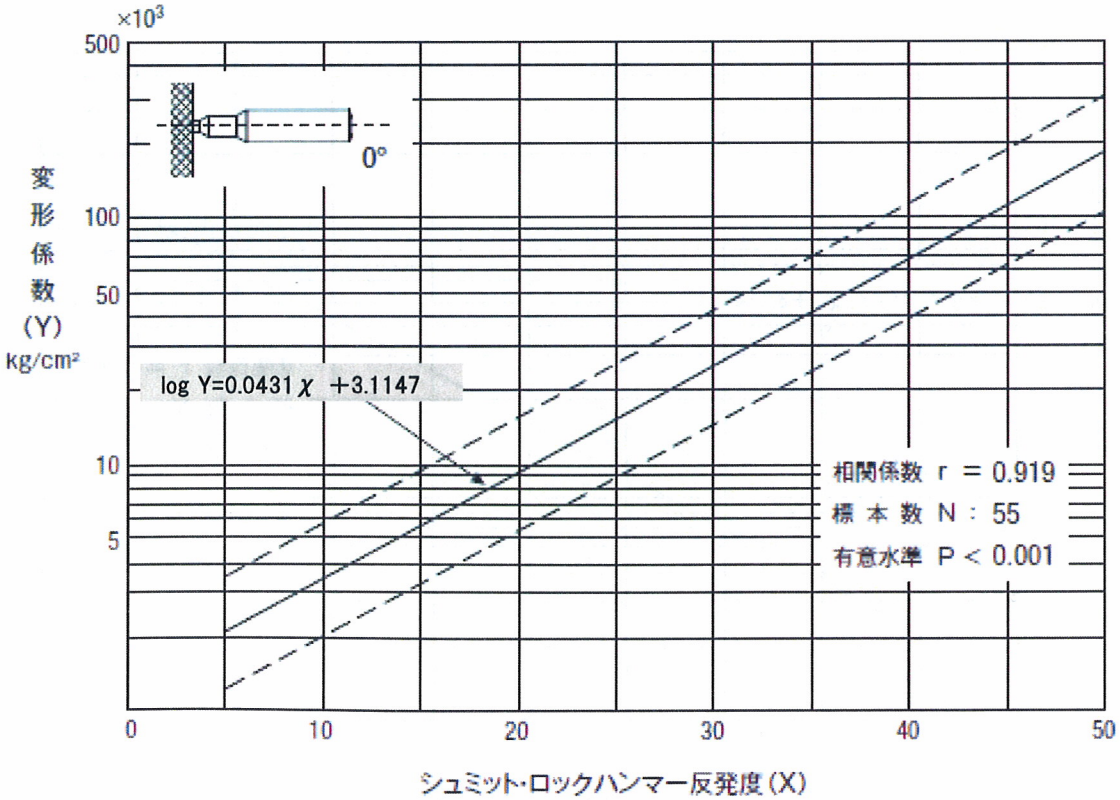
※SI単位への換算：kg/cm²×0.098=N/mm²

図-4　岩石テストピースにおける乾燥一軸圧縮強度と静弾性係数との関係



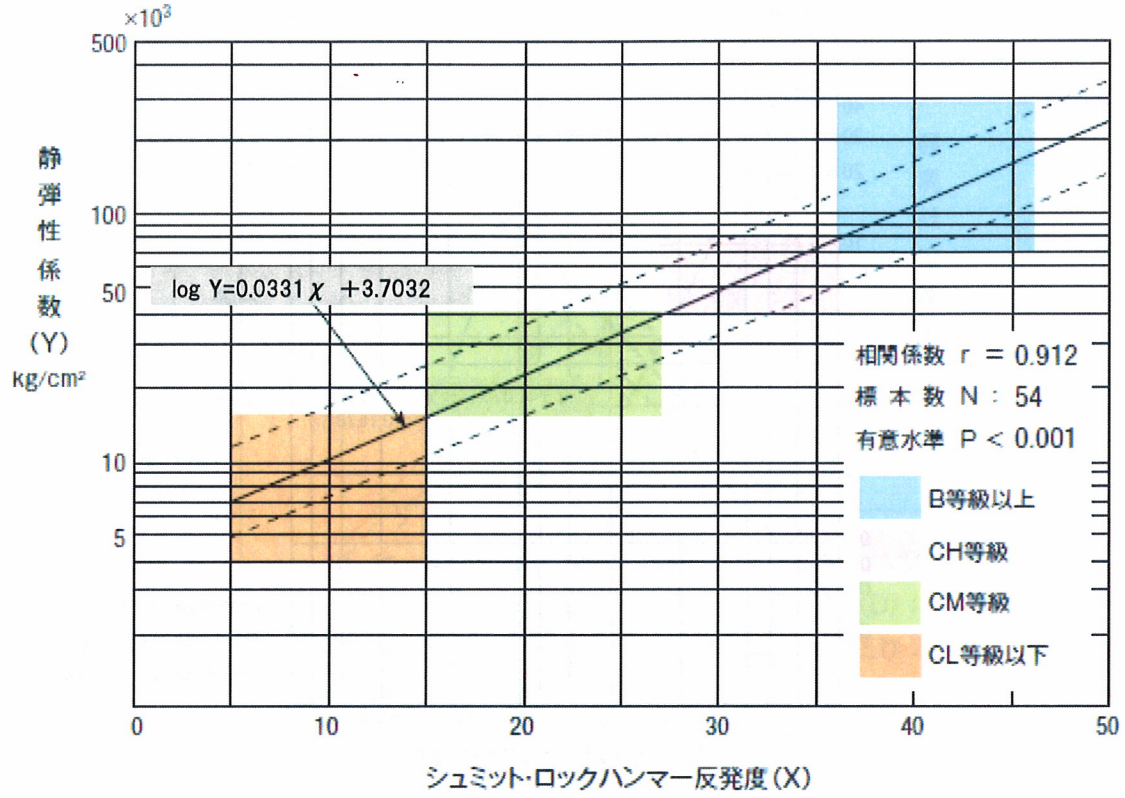
※SI単位への換算：kg/cm²×0.098=N/mm²

図-5　シュミット･ロックハンマー反発度と変形係数との関係



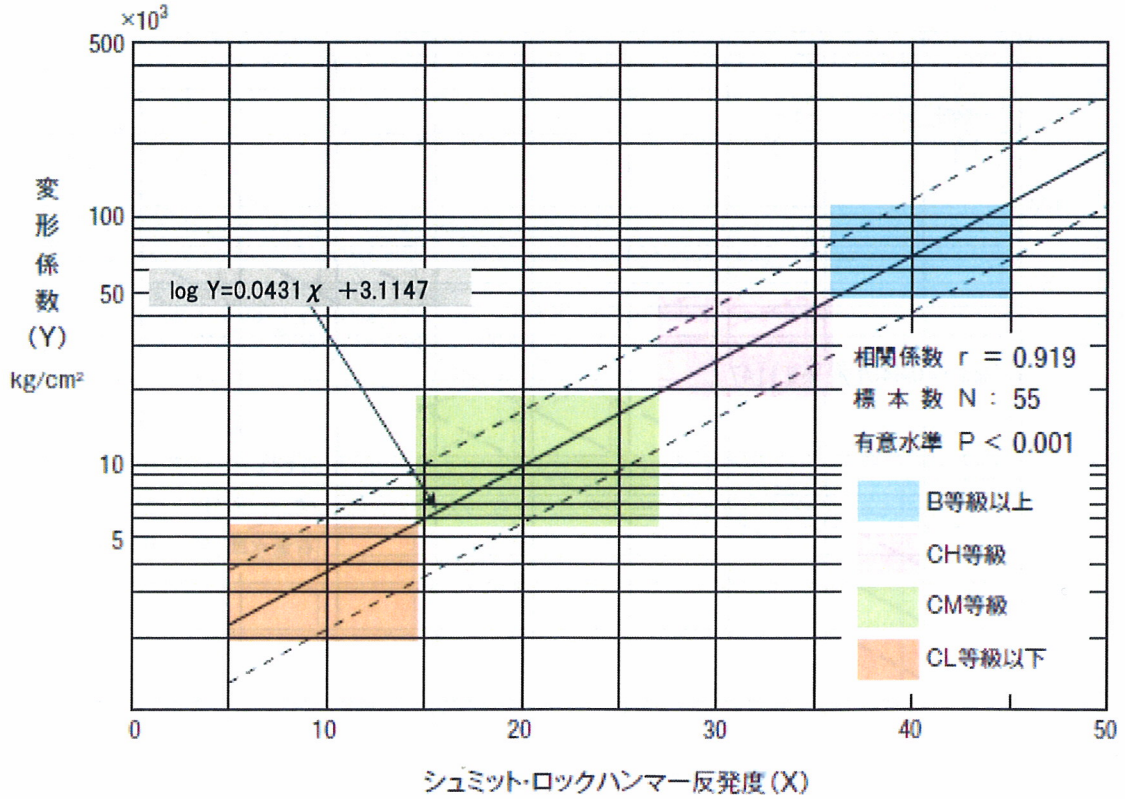
※SI単位への換算：kg/cm²×0.098=N/mm²

図-6　シュミット･ロックハンマー反発度と岩盤等級／静弾性係数との関係



※SI単位への換算：kg/cm²×0.098=N/mm²

図-7　シュミット･ロックハンマー反発度と岩盤等級／変形係数との関係



※SI単位への換算：kg/cm²×0.098=N/mm²

(2)岩盤等級と反発度との関係　〔補足〕

参考のために、電力土木の分野で一般的に用いられている電研式岩盤等級とシュミット・ロックハンマーの反発度との関係を度数分布図としてP10 図-8に示します。

度数分布図が示すとおり、B等級岩盤における反発度は21~66以上とかなり広い範囲に分布していますが、全体的には、大きな反発度の範囲に分布しています。CH等級岩盤における反発度も16~55と広い範囲分布していますが、B等級岩盤の反発度分布と比較すれば、最頻値の差異は明らかです。CL等級岩盤における反発度は比較的狭い範囲で分布し、全体的に低い反発度を示していますが、これは、このクラスの岩盤が岩質的に堅硬であっても、開口節理が著しく発達して石積状となっているか、あるいは、岩石自身の固結度が低いためです。

このように、岩盤等級におけるシュミット・ロックハンマー反発度の分布は、ある程度のばらつき、あるいは重複する部分を有してはいますが、図-8の度数分布から各岩盤等級について、加重相加平均をとって平均反発度を比較すると、各岩盤等級間にはっきりした差異が認められます。ただ、CL等級岩盤のうち、D等級に近いものでは、反発度が7程度以下になるので、その箇所の測定は避けて下さい。

なお、各岩盤等級の反発度分布の間には、かなりオーバーラップした部分が認められますが、これは、各岩盤等級の岩盤の性状が、単純な構成ではないこと(例えば、CH等級岩盤で堅固な岩盤とやや脆弱な岩盤が混在するなど)を意味するものです。

図-8　岩盤等級とシュミット･ロックハンマー反発度との関係

図8-1 B等級岩盤におけるシュミット･ロックハンマーの反発度

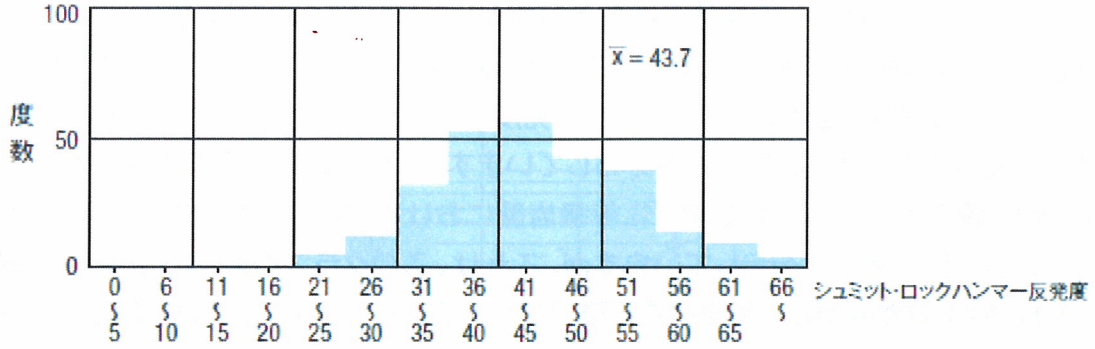


図8-2 CH等級岩盤におけるシュミット･ロックハンマーの反発度

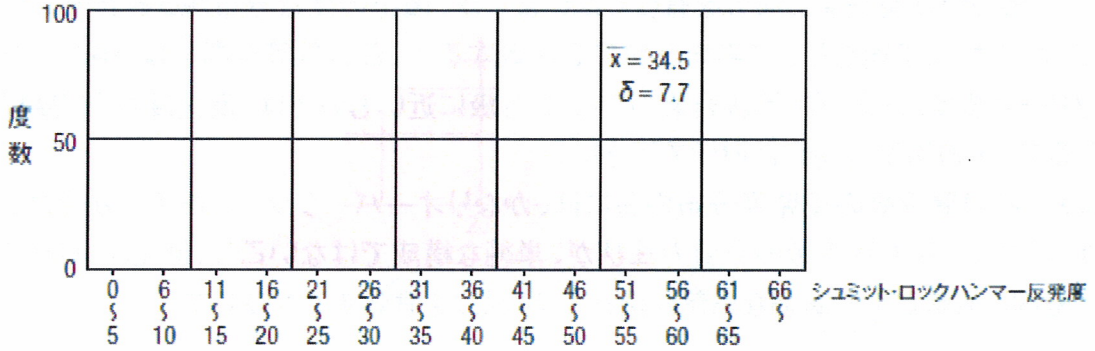


図8-3 CM等級岩盤におけるシュミット･ロックハンマーの反発度

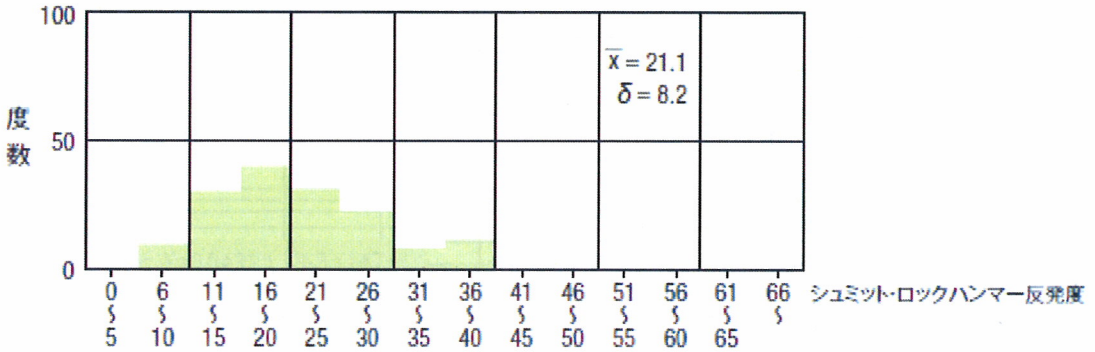
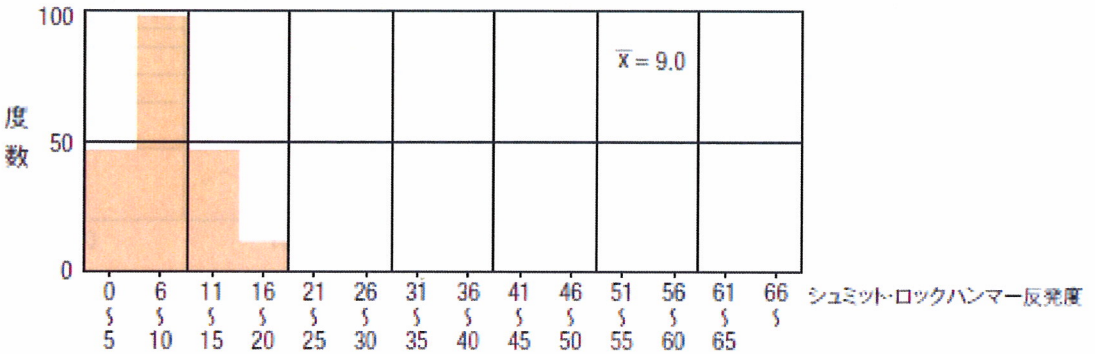


図8-4 CL等級岩盤におけるシュミット･ロックハンマーの反発度



4.テストアンビルによるとシュミット･ロックハンマーの精度確認

シュミット･ロックハンマーは特別な手入れをほとんど必要としませんが高い精度を要求される試験機です。慎重に取り扱って下さい。使用時に常に正しい測定値が得られるように、テストアンビルによって、定期的に精度の確認を行うことが必要です。

シュミット･ロックハンマーを使用する前に、必ずテストアンビルを使って、使用するシュミット･ロックハンマーの精度を確認して下さい。シュミット･ロックハンマーをテストアンビルのアンビルガイドに挿入し、ゆっくり打撃して下さい。

テストアンビルの基準範囲内にシュミット･ロックハンマーの反発度（R値）が入らない場合は、直ちに弊社メンテナンスセンターに送付して修理･調整を行なって下さい。

（注）シュミット･ロックハンマー用のテストアンビルは、コンクリートテストハンマー用テストアンビルとは違います。
共用はできませんので、必ずシュミット･ロックハンマー用テストアンビルをご使用下さい。

5.引用および参考文献

①土木学会編:
土木学会ハンドブック 第1巻

②斉藤和雄･菊地宏吉:
「岩盤計測におけるコンクリートシュミットハンマーの適用」
第9回 岩盤力学に関するシンポジュウム講演概要　1975年2月

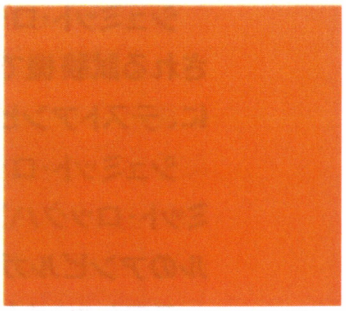
③菊地宏吉･斉藤和雄:
「耐荷性を対象とした岩盤分級基準の提案」
第9回 岩盤力学に関するシンポジュウム講演概要　1975年2月

④土木学会編:
「平板載荷による原位値岩盤の変形試験法の基準」
岩盤力学委員会第3分科会　1976年4月

⑤菊地宏吉･斉藤和雄:
「岩盤計測におけるロックハンマーの考案とその適用」
発電水力 No.145 別刷　1976年11月

fts エフティーエス株式会社
〒104-0033 東京都中央区新川1-25-9 新川シティビル
TEL.03-6280-5861(代)　FAX.03-3297-9500
メンテナンスセンター　TEL.03-6280-5865
E-mail　info@fts-ltd.jp　　URL　http://www.fts-web.jp

2014.10.Ver.1.0



取扱説明書を紛失した場合は、有償となります。